

DC放電型テレビ表示パネルの高性能化の研究

著者	坂井 徹男
号	1449
発行年	1993
URL	http://hdl.handle.net/10097/10256

氏 名	坂 井 徹 男
授 与 学 位	博 士 (工 学)
学位授与年月日	平成 6 年 2 月 9 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項
最 終 学 歴	昭 和 37 年 3 月 東京電機大学工学部第二部電気工学科卒業
学 位 論 文 題 目	DC 放電型テレビ表示パネルの高性能化の研究
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 小野 昭一 東北大学教授 水野 皓司 東北大学教授 内田 龍男 東北大学助教授 横尾 邦義

論 文 内 容 要 旨

1. 緒 論

1967年頃, NHK技術研究所内で, ハイビジョンの研究が始り, その一環として著者は, 壁かけテレビの研究を始めた。各種, 表示デバイスを調査し仕様を作った結果, 放電型パネルが最も有望であった。

当時は, DC型ではパローズ社のパネルと AC型ではイリノイ大のものがあった。著者らはテレビ画像表示を重視してDC型を選択した。その後の発展を, (1)壁かけテレビを目指す研究, (2) DC型文字グラフィック用, (3) AC型とに分けて概観した。

(1)における著者の研究のうち, 2体構造のパネル, 負グローセルでの高効率化, 無機フィルターによる高コントラスト化, 長寿命化などの重要性についてのべた。

2. DC 放電型の選択と要素技術

DC型と AC型を比較し, 1970年頃はテレビ用として DC型の方が有利であることをのべた。壁かけテレビとしての仕様とそれを達成するための要素技術について概略をのべた。さらに重要な発光効率についての予備実験についてのべた。すなわち, 蛍光体を塗布したmmサイズの放電素子を作りその発光出力, 発光効率などを測定した。測定は素子をデマウントブル装置に入れ, ガス組成圧力 p などをかえて行った。ガスは He-Xe と He-Kr の 2 種である。放電距離 d をかえて, 負グロー型と陽光柱型とを測定し, やはり陽光柱型の方が効率がよいことがわかった。たとえば, $1 \times 1 \times 4 \text{ mm}$ He-Xe 10% 100 Torr, 放電電流 $I = 100 \mu\text{A}$ のときの効率は約 0.4% である。陰極降下部を除いた陽光柱部分の効率は約 1.5% である。これは白換算で約 4 lm/W である。陽光柱セルでは, 高効率を得られるが, 発光効率は I に反比例するので, 効率の良いところでは発光出力は小さい。

500行のパネルの輝度は、 $15\text{cd}/\text{m}^2$ 程度で目標値の1桁下である。そのため、何らかの方法で発光時間を延長する方法が必要となる。その方法として、複数行同時駆動方法と各セルにメモリー機能を持たせたパネルで低電流動作させる方法を提案した。

3. 複数行同時アドレス方法によるパネル駆動

研究の初期(1973~74年)では、カラーパネルの中間調を出すため、セルの電流や時間幅を変えていた。これは1行同時駆動(1LAT)という、パネルの行(陰極)数を n とすると、発光時間率は $1/n$ となるような駆動方法であった。まず、将来像を描き、回路を高性能化し、かつ小形化するためのいくつかの方法を実現した。すなわち、(1)垂直方向の混ざり除去方法、(2)セルの色配置と信号の標本化によって高解像度を得る方法、(3)新しい陰極駆動回路、などである。

これらの技術を用い、16型2LATパネルの提案と実現をした。2LATパネルとは、陽極を中央で切って上下からリードを出し、上下の2つのサブパネルを同時に駆動する方法でありそのためには、1フレームメモリーを設けて信号変換を行う必要がある。このパネルにテレビ全画面を出すことに成功した。この研究の途中で発生した、動画像に対する中央の継目の問題も、信号処理方法で解決できた。この方法は現在でも40型の2LATパネルに利用されている。

4. 大型化と両立するセル構造とその特性

2章では、陽光柱性セルを低電流で動作させ、発光時間を長くする方法が良いと述べたが、このセル形状はパネルを大形化する際、製作が非常に困難である。パネルはできれば、前面板と背面板から成る2体構造が望ましい。このようなパネルでは、 pd 積の大きい陽光柱型セルを作ることは難しい。そこで、背面板に蛍光体を塗布したいわゆる反射蛍光面の pd 積の小さい負グローセルを詳細に調べたところ従来の予測とは異なり、低電流領域($50\mu\text{A}$ 以下)で発光効率が上昇し、従来の5倍の $0.3\text{lm}/\text{W}$ (白)程度とれることがわかった。

このパネルは2体構造が採用でき、全部印刷で作ることができた。また、前面陰極の補助放電付パネルと、そのパネルの各セルに抵抗をつけた抵抗付パネルも提案した。さらに、セルの壁面にも蛍光体を塗布したパネルを試作し、発光効率が $0.8\text{lm}/\text{W}$ (白換算)になることが確認できた。

抵抗付パネルとAC型を含めてパルス駆動の各種メモリーパネルの比較で、容量性負荷に対する損失が少ない点で抵抗付パネルが有利であるとの考察も行った。

5. 放電セルの発光機構

発光効率を上昇させるために、VUVの発光機構に立入る必要が生じた。4章に示したセルの直流特性だけをとりているだけでは、セルの内部の様子はよくわからなかった。そこで、VUVに励起感度が高く、残光の短い蛍光体を用いて、パルス発光特性を測定した。その結果、(1)VUVの発光は、主に放電停止後にある。(2)ステップ状の電流波形に対して、発光出力は、ほぼ指数関数で表されるが、立上りの時定数の方が立下りより短く、電流を大きくするとさらに短くなる。(3)放電終了後の発光波形は $e^{-t/\tau_1} + Be^{-t/\tau_2}$ で表される。ここで B は定数、 $\tau_1 = 0.5 \sim 1\mu\text{s}$ 、 $\tau_2 = 5 \sim 20$

μs , でセル形状やガス圧によって定まる。(4) τ_1 の要因は, Xe共鳴線の光閉じ込め効果によるものであり, τ_2 はXeの分子線発光で, 準安定原子 Xe^* の2体, または3体衝突による Xe^* の生成の時定数によることがわかった。

さらに考察によって, 直流特性とパルス特性を説明できる単純なモデルを作り, 発光特性を計算したところ実験にはほぼ一致することがわかった。現在, これによって発光効率を格段に向上させる方法は生まれていないが, 抵抗付パネルを小電流で動作させる方法が比較的良好であることを示した。

6. 高コントラスト化の方法

カラー表示放電パネルでは, 高精細化と高発光効率(高輝度)化を両立させるのは困難である。明るい部屋で視ることを仮定するとパネルの表示反射率を下げてコントラストを上げる方が良い画質を得る上で有効である。そこで, セルの発光色のみを透過する吸収型のフィルタを各セルの前面板側に設けたパネルを提案し, 実験した。このパネルは, 発光出力は低下しないが外来光に対する反射率は著しく下る。フィルタ材料を見出すために, パネル製作上避けられない 400°C 以上の工程に耐えられる, 約300種の無機材料とその処理法を検討した結果, 赤フィルタはイオン交換法, 緑と青は色ガラス厚膜($4\sim 10\mu\text{m}$)法で作るのが最適だった。

また, セル間の仕切りとなる障壁(土手)は従来, 黒色材料が用いられていたが, 反射型蛍光面の下地とともに白い材料にかえた。パネルの反射率は $2\sim 3\%$ で, 従来のパネルの $1/7\sim 1/10$ の反射率にできた。大型化容易な構造の6cmパネルにテレビ画像を出し次の結果を得た。フィルタ透過率; 約70%, 反射率; 2.6%, 発光効率; 0.15 lm/W , 輝度; 70 cd/m^2 , 階調; 8ビット, コントラスト(200 lx照明下); 40。このパネルは, 8型を経て, 25型が作られ, ほぼ同じ性能が得られている。

7. 長寿命化の一方法

DC型カラーパネルの実用の障害になっている寿命について, 考察と小形パネルによる実験を行った。寿命は陰極材料がスパッタリングされ, セルの窓や蛍光体上に付着し, 輝度が下がることが本質的であるとし寿命(輝度半減の時間)の推定を行った。

He-Xe系で, ガス圧を従来の200Torrから350Torrにすると寿命は1000時間から3万時間へと予期した以上に延びた。寿命 T は $T=kXp^5(S/I)^2$ で与えられることがわかった。ここで k : 比例定数($A\ell$ に対して0.16), X : Xeの分圧比, p : ガス圧[Torr], S : 陰極面積[mm^2], I : 電流[μA]である。ただし, この場合, 抵抗付パネルでないとメモリー動作はしないので, 4章に述べた抵抗付パネルでパルスメモリー動作をさせ, 比較的良好なテレビ画像を得た。

さらに, 寿命について考察を行い, 輝度劣化の関数と, 寿命の理論式を導き, それらが実験結果とほぼ一致することを示した。

8. 結 論

以上の結果からDC型の放電パネルとして, 効率の点が目標の約30%で不十分ではあるがほぼ実

用領域にはいることを示した。

DC型としては、図1のようなパネル構造と表1に示す仕様のものがハイビジョン用として有望である。図2は図1の構造の8型パネルの受像写真である。この構造のパネルで26型のものが実用化されつつある。

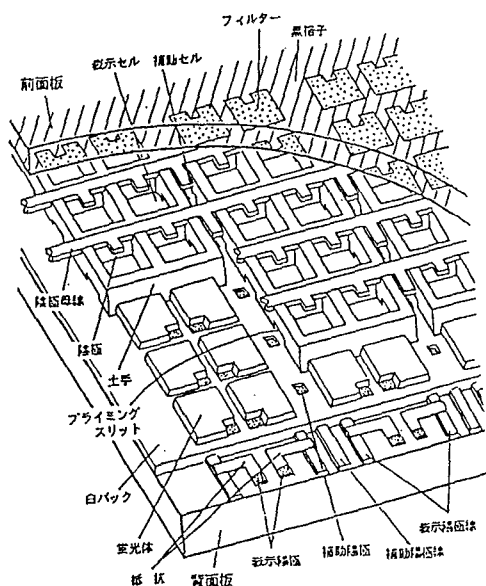


表1 HDTV用パネルの一仕様

セルピッチ	$0.58 \times 0.56 \text{ mm}^2$
セル数	1035×1920
寸法	$600 \times 1067 \text{ mm}^2$ (9:16) (対角 1.224 m, 48.19")
色配置	G R B G
セル構造	反射蛍光面, 抵抗付, 補助放電付,
走査	順次走査

図1 抵抗付 高コントラスト型パネルの構造



図2 抵抗付 高コントラスト型
パネルの受像写真

審 査 結 果 の 要 旨

平板型カラーテレビ表示装置の実現を目指し、液晶パネルやDC、AC型の放電パネルの開発研究が進められ、既に、小型液晶パネルは実用化されているが、その大型化は困難とされている。著者は、長年、大型化に適するDC型放電パネルについて、特に、これまで問題とされていた発光効率と寿命とを中心に研究を行い、それらの改善の方策を見出すなど、その実用化に明るい見通しを与えた。

本論文は、これらの研究成果を纏めたもので、全文8章よりなる。

第1章は緒論である。

第2章では、研究の方向を探るために行った予備実験の結果、即ち、市販の単色放電パネルによる駆動回路や雑音特性についての検討、及び、試作カラー放電セルを用いた発光効率や輝度の検討結果を述べている。ここで、効率は小電流領域での動作により、又、輝度は発光時間の延長により高める事が可能であると結論している。

第3章では、前章の結論に基づく発光時間延長の一方式、2行同時駆動方式についての検討結果を述べている。ここに示された、本方式による16型パネルの動作実験の結果は、放電パネルの大型パネルとしての適応性を初めて実証したものであり、高く評価できる。

第4章では、発光効率と大型パネルの製作容易性との両面についての検討から、これまで研究の主流であった陽光柱放電セルよりは、負グロー放電セルに抵抗メモリーを付したパネル構造が優れている事を述べている。

第5章では、放電セルの発光機構を実験的に検討した結果を述べている。即ち、放電に伴う真空紫外光(VUV)による蛍光体発光の機構を、VUVの分光計測と発光測定の結果により検討し、放電電流と発光波形との関係などを明確にした結果を述べている。

第6章では、必要なコントラストを確保しながら、輝度に対する要求を低減できる、色フィルター付セル構造のパネルを試作、実験し、良好な結果の得られた事を述べている。

第7章では、最も問題であった長寿命化についての検討結果を述べている。このパネルの寿命は陰極材料のスパッタによるが、He-Xe系一放電ガスの、混合比と全ガス圧との寿命に及ぼす影響について詳細な実験を行い、寿命が全圧の5～6乗に比例して増大する圧力範囲のある事を見出し、大幅な長寿命化の見通しの得られた事を述べている。

第8章は結論である。

以上要するに本論文は、DC型放電パネルについて、発光効率と寿命などに関し詳細な研究を行い、それらの改善の方策に見出し、その実用化に明るい見通しを与えると共に、幾つかの新たな知見を得た研究の成果を纏めたもので、電子工学に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として合格と認める。